



українська інженерно-педагогічна академія

**факультет енергетики, енергозберігаючих технологій і автоматизації
енергетичних процесів**

кафедра фізики, електротехніки та електроенергетики

Електричні мережі і системи та оперативна діяльність

(силабус курсу)

Харків 2020

Кафедра	Кафедра фізики електротехніки та електроенергетики Department of ____Physics, electrical engineering and power engineering http://peeuepa.mozello.com/
Назва навчальної дисципліни	Електричні мережі і системи та оперативна діяльність Electricity and systems and operational control Навчальна дисципліна ведеться українською мовою
Рівень вищої освіти	Бакалавр
Викладач (-і)	1. к.т.н., доц Артем Чернюк (лекційні, практичні та лабораторні заняття, консультування курсового проектування) http://peeuepa.mozello.com/sklad-kafedri/zav-kafedroju-chernjuk-am/ http://peeuepa.mozello.com/sklad-kafedri/zav-kafedroju-chernjuk-am/ контактний телефон: 0661843000; електронна пошта: archer.uipa@gmail.com 2. ст. викладач Ігор Кирисов (практичні та лабораторні заняття, консультування курсового проектування) http://peeuepa.mozello.com/sklad-kafedri/kirisov-g/ контактний телефон: 0505430475; електронна пошта: kirisovuipa1980@gmail.com
Сторінка дисципліни в системі дистанційної освіти УІПА	http://do.uipa.edu.ua/ в стані розробки та наповнення
Консультації	Зазначається формат, розклад і місце проведення консультацій Очні консультації: Артем Чернюк щочетверга 16 ⁰⁰ -17 ⁰⁰ в ауд. 8/1 Он лайн- консультації: Усі запитання можна надсилати на електронну пошту Артема Чернюка та Ігоря Кирисова вказану в цьому силабусі.

1. Коротка анотація до курсу

Системи генерації, перетворення, розподілу, передачі та споживання електричної енергії виконують головну роль в процесі енергозабезпечення споживачів електричною енергією. Вони складаються на підставі синтезу електротехнічних, електромеханічних та електроенергетичних пристроїв та комплексів. Електричні мережі надскладні технічні системи, процеси в яких відрізняються миттєвою швидкістю, а наслідки аварій в них мають колосальні масштаби. Тому навчальний курс «Електричні системи і мережі та оперативна діяльність» є базовим курсом в системі підготовки фахівців в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Оволодіння матеріалом курсу дозволить:

- знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- бути здатним вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж;
- вміти оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах;
- вміти розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

2. Мета та завдання курсу

Мета курсу: сформувати у здобувача вищої освіти знання та практичні вміння з проектування та експлуатації електричних систем і мереж та оперативним заходам з управління електричними мережами і системами в нормальних, позаштатних та аварійних режимах.

Завдання курсу:

- сформувати у здобувача вищої освіти знання з призначення та галузі застосування електричних мереж і систем;

- сформувати у здобувача вищої освіти знання з нормальних, позаштатних та аварійних режимів роботи електричних мереж і систем;
- сформувати у здобувача вищої освіти практичні уміння проектування електричних мереж і систем в тому числі за допомогою систем автоматизованого проектування та розрахунків (САПР);
- сформувати у здобувача вищої освіти уміння аналізувати, проектувати та налагоджувати режими роботи електричних мереж і систем з метою забезпечення їх надійної та енергоефективної роботи в нормальних та позаштатних режимах;

3. Формат навчальної дисципліни

Змішаний (blended) (очний з підтримкою навчального процесу ресурсами дистанційної освіти).

4. Результати навчання –

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
ПР01 Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності	ПР01.1 знати принцип роботи систем перетворення, передачі та розподілу електричної енергії ПР01.2 розуміти фізичні процеси в електричних системах і мережах ПР01.3 вміти використовувати знання та розуміння процесів в електричних мережах для вирішення практичних проблем в професійній діяльності
ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології	ПР02.1 знати принципи автоматичного та автоматизованого керування процесом розподілу та передачі електричної енергії

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.	ПР02.2 знати і розуміти можливі нормальні та позаштатні режими роботи електричних мереж ПР02.3 знати і розуміти особливості побудови систем вимірювань параметрів електричних мереж та обліку електричної енергії
ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності	ПР05.1 вміти використовувати основи теорії електромагнітного поля розрахунків електричних кіл для вирішення практичних завдань при розрахунках та моделюванні електричних систем та мереж
ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	ПР06.1 вміти застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем в електричних мережах і системах
ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-	ПР10.1 вміти знаходити необхідну інформацію з різних джерел за для вирішення професійних завдань в електричних системах та мережах,

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність	та під час аналізу та планування оперативних дій ПР10.2 вміти оцінювати релевантність та достовірність інформації що до режимів роботи електричних мереж під час оперативної діяльності
ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.	ПР17.1 вміти проектувати електричні мережі відповідного призначення в тому числі з використанням систем автоматизованого проектування та розрахунків (САПР) ПР17.2 вміти вирішувати спеціалізовані завдання в діагностики і експлуатації та ремонту електричних мереж і систем ПР17.3 вміти проводити необхідні оперативні дії відповідно до режиму роботи електричних мереж

5. Обсяг курсу

Види навчальних занять	Кількість годин (кредитів)	Форми поточного та підсумкового контролю
Лекції	26	<i>Опитування, тематичні тестові контрольні роботи</i>
Практичні заняття	26	<i>Результати виконання практичних розрахункових завдань</i>
Лабораторні заняття	8	<i>Захист результатів лабораторних досліджень</i>
Самостійна робота	120	<i>Курсовий проект</i>
Всього	180 (6 кредитів)	Підсумковий контроль: Екзамен, Курсовий проект

6. Ознаки навчальної дисципліни:

Навчальний рік	Курс (рік навчання)	Семестр	Спеціальність (спеціалізація), освітня програма (за необхідністю)	Нормативна / вибіркова
2020/2021	4	7 (осінь)	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	(Н)

7. Пререквізити – засвоєння навчального матеріалу таких дисциплін:

- Вища математика
- Фізика
- Електротехніка, вимірювання та метрологічне забезпечення
- Електрична частина станцій і підстанцій
- Електропостачання

8. Постреквізити – результати навчання в подальшому використовуються у засвоєнні таких дисциплін як:

- Автоматизація енергосистем та автоматизований електропривод
- Релейний захист та автоматизація енергосистем
- Енергоефективність та новітні технології в електротехнічних та електроенергетичних системах

9. Технічне й програмне забезпечення та/або обладнання – мультимедійне та лабораторне обладнання аудиторії-лабораторії 110/1, лабораторні стенди «Дослідження режимів роботи нейтралі», «Оперативні перемикання на підстанції», наочні зразки елементів ліній електропередачі, прикладне програмне забезпечення з розрахунку та проектування електричних систем і мереж.

10. Політики курсу

Політика курсу будується на засадах академічної доброчесності

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/npa/5a1fe9d9b7112.pdf>

<https://drive.google.com/file/d/1fyh2uMJczxJ8shq9LYB9Rhs2TFsbT9bF/view>

та у відповідності зі основними напрямками стратегії розвитку академії

<http://www.uipa.edu.ua/ua/general-information/strategiia-rozvytku-uipa>

Курс «Електричні системи і мережі та оперативна діяльність» викладається на засадах методу наукового пізнання, що обумовлює отримання даних за допомогою теоретичних досліджень, моделювання, спостережень і експериментів. Для пояснення спостережуваних фактів висувуються гіпотези і будуються теорії, на підставі яких в свою чергу будується модель досліджуваного об'єкта. Важливою стороною наукового методу, є вимога об'єктивності, яка виключає суб'єктивне тлумачення результатів. Тому в процесі вивчення курсу обов'язково засвоєння всього обсягу навчального матеріалу, розуміння причинно-наслідкових зв'язків та відпрацювання лабораторного практикуму.

Якщо хоча б один змістовний модуль не засвоєний, курс не може вважатися засвоєним.

11. Календарно-тематичний план (схема) навчальної дисципліни

Навчальні заняття вказуються в структурно-логічній послідовності, тобто так, як викладач бажає бачити послідовність у розкладі занять.

Форму таблиці можна ускладнювати (додавати стовпчики – матеріали, література і т.д. і т.п.).

№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
		Змістовний модуль 1 Загальні відомості про електричні мережі і системи	
1	Лекція 1	Вступ. Загальна характеристика та завдання курсу. Поняття про електричну систему, галузь застосування та класифікація електричних систем і мереж.	2
	Лекція 2	Конструктивне виконання ліній електропередачі електричних систем і мереж	2
	Практичне заняття 1	Дослідження конструкції повітряних та кабельних ліній електропередачі	2
	Лекція 3	Режими роботи нейтралі	2
	Лабораторна робота 1	Дослідження режимів роботи нейтралі	4
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, оформлення звіту з лабораторної роботи та його захист, виконання індивідуального завдання відповідно до практичного заняття	24
		Всього за змістовий модуль 1 – 36 год. (лекцій – 6 год., ПЗ – 2 год., ЛР – 4 год., СР – 24 год.)	
		Змістовний модуль 2 Розрахунок та проектування електричних мереж і систем	
2	Лекція 4	Схеми заміщення ліній електропередачі та силових трансформаторів	2
	Практичне заняття 2	Визначення параметрів ліній електропередачі	2
	Практичне заняття 3	Визначення параметрів силових трансформаторів	2

	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, виконання індивідуальних завдань практичних занять	12
3	Лекція 5	Втрати потужності, енергії та напруги в лініях та трансформаторах	2
	Практичне заняття 4	Визначення втрат потужності та енергії в лініях електропередачі та силових трансформаторах	2
	Практичне заняття 5	Визначення втрат напруги в лініях електропередачі та силових трансформаторах	2
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, виконання індивідуальних завдань практичних занять	12
4	Лекція 6	Проектування конфігурації електричної мережі та розрахунок потокорозподілу	2
	Практичне заняття 6	Визначення параметрів ділянок електричної мережі	2
	Практичне заняття 7	Визначення потокорозподілу в мережах простої конфігурації	2
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, виконання індивідуальних завдань практичних занять	12
5	Лекція 7	Розрахунок складнозамкнених електричних мереж	2
	Практичне заняття 8	Визначення параметрів складнозамкнених електричних мереж	2
	Лекція 8	Розрахунок електричних мереж в характерних режимах роботи	2
	Практичне заняття 9	Визначення параметрів електричної мережі в максимальному, мінімальному та післяаварійному режимах роботи	2
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, виконання індивідуальних завдань практичних занять	16
		Всього за змістовий модуль 3 – 78 год. (лекцій – 10 год., ПЗ – 16 год., СР – 52 год.)	
		Змістовний модуль 3 Управління та оперативна діяльність в електричних мережах і системах	

6	Лекція 9	Система управління електричними мережами. Диспетчеризація та оперативна діяльність в енергосистемі	2
	Практичне заняття 10	Оперативні перемикання на підстанціях складнозамкнених електричних мереж	2
	Лекція 10	Інтелектуальні системи управління в електричних мережах	2
	Практичне заняття 11	Оперативне управління в системах з технологією Smart Grid	2
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, виконання індивідуальних завдань практичних занять	16
7	Лекція 11	Робота оперативно-диспетчерського персоналу в аварійних ситуаціях	2
	Лекція 12	Оперативні перемикання під час локалізації аварій в електричних мережах	2
	Практичне заняття 12	Алгоритми локалізації аварій в електричних мережах	2
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, виконання індивідуальних завдань практичних занять	12
8	Лекція 13	Оперативні перемикання на підстанціях споживачів та взаємодія з оперативним персоналом електричних мереж	2
	Практичне заняття 13	Алгоритми оперативних перемикань на підстанціях споживачів	2
	Лабораторна робота 2	Оперативні перемикання на підстанції	4
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, оформлення звіту з лабораторної роботи та його захист, виконання розрахункової роботи відповідної до завдань практичних занять	16
		Всього за змістовий модуль 3 – 66 год. (лекцій – 10 год., ПЗ – 8 год., ЛР – 4 год., СР – 44 год.)	
Всього за курсом 3 – 180 год. (лекцій – 26 год., ПЗ – 26 год., ЛР – 8 год., СР – 120 год.)			

12. Система оцінювання та вимоги

Загальна система оцінювання: Навчальна дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою. Робота здобувача впродовж семестру/екзамен (іспит) - 73/27

Шкала оцінювання з навчальної дисципліни

№	Види робіт здобувача	Оцінка
1.	Виконання розрахункових завдань відповідно до тематики практичних занять	0-60
2.	Відпрацювання і захист лабораторних робіт	0-10
3.	Складання тлумачного словника на англійській мові	0-3
4.	Екзамен	0-27
	Всього за навчальну дисципліну	0-100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Підсумкова оцінка	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (екзамен)
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
74 – 81	C	
64 – 73	D	
60 – 63	E	задовільно
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Умови допуску до підсумкового контролю:

1) Відпрацювання та захист усіх лабораторних робіт

За результатами проведення лабораторних досліджень слід провести необхідні розрахунки та побудувати залежності, зробити висновки.

2) Виконання і захист усіх практичних занять

За результатами проведення практичних занять слід виконати індивідуальну розрахункову роботу відповідно завдання та захистити отримані результати.

3) Виконання і захист курсового проекту

За результатами опанування матеріалом курсу (теоретична частина, практична частина, лабораторний практикум) слід відповідно завдання виконати курсовий проект.

13. Завдання до екзамену

1. Сформулюйте визначення електричній мережі.
2. Сформулюйте визначення лінії електропередачі.
3. Сформулюйте визначення електричної підстанції.
4. Сформулюйте визначення поняттю поточкорозподілу електричної енергії.
5. Сформулюйте визначення балансу електричної енергії.
6. Сформулюйте визначення максимального режиму роботи електричної мережі.
7. Сформулюйте визначення мінімального режиму роботи електричної мережі.
8. Сформулюйте визначення післяаварійного режиму роботи електричної мережі.
9. Сформулюйте визначення оперативної діяльності в електричних мережах.
10. Сформулюйте визначення втрат в електричній мережі.
11. Назвіть елементи конструкції повітряних ліній електропередачі та визначте їх призначення.
12. Назвіть елементи конструкції кабельних ліній електропередачі та визначте їх призначення.

13. Визначте види опор повітряних ліній електропередачі та охарактеризуйте їх призначення.
14. Що таке стріла провису проводу?
15. Як впливає довжина траси, кліматичні умови та рельєф місцевості на конструкцію повітряних ліній електропередачі?
16. Як впливає довжина траси, кліматичні умови та рельєф місцевості на конструкцію кабельних ліній електропередачі?
17. Наведіть схему заміщення повітряної лінії електропередачі та охарактеризуйте її елементи
18. Наведіть схему заміщення кабельної лінії електропередачі та охарактеризуйте її елементи
19. Визначте параметри схеми заміщення повітряної лінії електропередачі
20. Визначте параметри схеми заміщення кабельної лінії електропередачі
21. Визначте втрати потужності та енергії в лінії електропередачі відповідно до її параметрів та схеми заміщення
22. Визначте втрати напруги в лінії електропередачі відповідно до її параметрів та схеми заміщення
23. Наведіть схеми заміщення двохобмоткового трансформатора та охарактеризуйте її елементи
24. Наведіть схеми заміщення трьохобмоткового трансформатора та охарактеризуйте її елементи
25. Визначте параметри схеми заміщення двохобмоткового силового трансформатора
26. Визначте параметри схеми заміщення трьохобмоткового силового трансформатора
27. Визначте втрати потужності та енергії в силовому трансформаторі відповідно до його параметрів та схеми заміщення
28. Визначте втрати напруги в силовому трансформаторі відповідно до його параметрів та схеми заміщення
29. Вкажіть можливі види конфігурації електричних мереж. Охарактеризуйте кожен з них
30. Визначте потокорозподіл в радіальній схемі мережі
31. Визначте потокорозподіл в магістральній схемі мережі
32. Визначте потокорозподіл в мережі з двостороннім живленням
33. Визначте потокорозподіл в комбінованій складнозамкненій мережі
34. Наведіть алгоритм техніко-економічного порівняння варіантів електричної мережі та вибору оптимального варіанту

35. Наведіть алгоритм вибору проводів повітряних ліній електропередачі
36. Наведіть алгоритм вибору проводів кабельних ліній електропередачі
37. Сформулюйте вимоги до вибору проводів повітряних ліній електропередачі за умови відсутності коронного розряду
38. Визначте поточкорозподіл мережі в максимальному, мінімальному та післяаварійному режимах.
39. Наведіть алгоритм визначення напруги вузлів електричної мережі у схемах різної конфігурації
40. Порівняйте схеми підстанцій споживачів за критерієм надійності та оперативної гнучкості
41. Наведіть структуру оперативного управління в електричних мережах України
42. Наведіть структуру оперативного управління в системах з технологією Smart Grid
43. Наведіть адміністративно-управлінську структуру електричних мереж України
44. Наведіть алгоритм оперативних дій персоналу при замиканні на лінії в радіальній схемі електричної мережі
45. Наведіть алгоритм оперативних дій персоналу при замиканні на лінії в магістральній схемі електричної мережі
46. Наведіть алгоритм оперативних дій персоналу при замиканні на лінії в схемі електричної мережі з двостороннім живленням
47. Наведіть алгоритми оперативних дій персоналу під час виводу в ремонт лінії електропередачі в різних схемах мережі
48. Наведіть алгоритми оперативних дій персоналу під час виводу в ремонт силового трансформатора підстанції споживача
49. Наведіть алгоритми оперативних дій персоналу під час виводу в ремонт ввідного вимикача підстанції споживача
50. Наведіть алгоритми оперативних дій персоналу під час виводу в ремонт транзитного вимикача підстанції споживача

Основна (базова) література

1. Сулейманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі і системи. –К.:НТУУ «КПІ», 2008. – 456 с.
2. Сегеда М. С. Електричні мережі та системи. Підручник / Третє видання, доповнене та перероблене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. 540 с.
3. Електричні мережі та системи. Режим роботи розімкнених мереж: навчальний посібник для студентів усіх форм навчання та студентів-іноземців напряму підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. В. Кирик. – Київ : Політехніка, 2014. – 130 с.

Додаткова (допоміжна) література

1. Методи і засоби захисту від обриву проводу та пошук місця пошкодження в розподільній мережі зі складною топологією напругою 6-35 кВ : монографія / П. Д. Лежнюк, М. В. Кутіна ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 152 с
2. Кулик В.В., Остапчук Ж.І., Тептя В.В. Моделювання в задачах розвитку електричних систем. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 128 с.
3. Оцінка чутливості втрат потужності в електричних мережах : монографія / П. Д. Лежнюк, В. О. Лесько ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 120 с.
4. Кулик В.В. Методи та засоби підвищення точності визначення втрат електроенергії в розподільних мережах 10(6) кВ з використанням нечітких множин / В.В. Кулик, Д.С. Писляров, А.В. Пислярова: Монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 146 с.
5. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Бурикін О.Б. Взаємовплив електричних мереж і систем в процесі оптимального керування їх режимами: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.– 122 с.
6. Лук'яненко Ю.В., Остапчук Ж.І., Кулик В.В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні. Навчальний посібник. - Вінниця ВДТУ 2002 116с.
7. . Лежнюк П.Д., Рубаненко О.О. Оптимальне керування нормальними режимами електроенергетичних систем критеріальним методом з застосуванням нейронечіткого моделювання: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2012. – 136 с

Інформаційні ресурси

<http://do.uipa.edu.ua/>

<http://electricalschool.info/sety/>

Зміст силабусу відповідає робочій програмі навчальної дисципліни.

Завідувач кафедри _____ Артем Чернюк